

05P-10894

**ELECTROMAGNETIC WAVE ABSORBER**

**Publication number:** JP2001352191  
**Publication date:** 2001-12-21  
**Inventor:** YAMAMOTO MASA HARU; TAKASO  
TOSHIKI  
**Applicant:** NIPPON PAINT CO LTD  
**Classification:**  
- international: **H05K9/00; H05K9/00; (IPC1-7): H05K9/00**  
- european:  
**Application number:** JP20000167092 20000605  
**Priority number(s):** JP20000167092 20000605

**Report a data error here****Abstract of JP2001352191**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an electromagnetic wave absorber which is lighter and thinner than the conventional electromagnetic wave absorber and capable of enough absorbing even obliquely incoming electromagnetic waves. **SOLUTION:** The absorber is composed of a conductive loop pattern of a plurality of conductive loops regularly disposed on one or a plurality of mutually parallel planes, an intermediate layer and a conductive layer. Further, the absorber has a thickness over 0.027 times as much as the wavelength of a wave to be absorbed. The conductive loop is made of a conductive material (aluminum or ITO) having a resistivity of 0.01-100  $\Omega$ /square and has an outside-to-outside spacing of 2 mm or more between adjacent loops and a rectangular shape.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2001-352191  
(P2001-352191A)

(43)公開日 平成13年12月21日 (2001.12.21)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
H 0 5 K 9/00		H 0 5 K 9/00	M 5 E 3 2 1

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願2000-167092(P2000-167092)

(22)出願日 平成12年6月5日(2000.6.5)

(71)出願人 000230054

日本ペイント株式会社  
大阪府大阪市北区大淀北2丁目1番2号

(72)発明者 山本 正治

大阪府寝屋川市池田中町19番17号 日本ペ  
イント株式会社内

(72)発明者 高祖 利記

大阪府寝屋川市池田中町19番17号 日本ペ  
イント株式会社内

Fターム(参考) 5E321 AA33 BB60 GG12

(54)【発明の名称】 電磁波吸収体

(57)【要約】 (修正有)

【課題】従来の電磁波吸収材に比べ、軽くて薄いものであり、斜め方向からの電磁波をも十分に吸収できる電磁波吸収材を提供する

【解決方法】一の平面上または互いに平行な複数の平面上に複数の導電性ループが規則的に配置された導電性ループパターン、中間層および導電性層からなる電磁波吸収体であって、前記電磁波吸収体の厚みが、吸収対象とする波長の0.027倍以上であることを特徴とする電磁波吸収体。そして導電性ループは、0.01~100Ω/□の抵抗値を有する導電性物質(アルミニウムまたはITO)で隣接するループの外周部間距離が2mm以上、ループの形状が直方形である。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】一の平面上または互いに平行な複数の平面上に複数の導電性ループが規則的に配置された導電性ループパターン、中間層および導電性層からなる電磁波吸収体であって、前記電磁波吸収体の厚みが、吸収対象とする波長の0.027倍以上であることを特徴とする電磁波吸収体。

【請求項2】前記導電性ループが0.01～100Ω/□の抵抗値を有する導電性物質で構成されている請求項1記載の電磁波吸収体。

【請求項3】前記導電性物質がアルミニウムまたはITOである請求項2記載の電磁波吸収体。

【請求項4】前記導電性ループパターンにおいて、隣接する導電性ループの外周部間の距離が2mm以上である請求項1～3いずれか1つに記載の電磁波吸収体。

【請求項5】前記導電性ループの形状が直方形である請求項1～4いずれか1つに記載の電磁波吸収体。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は電磁波吸収体、特に電磁波の入射角に影響されない吸収特性を有する薄型の電磁波吸収体に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、携帯電話、無線LAN等の通信システムの発達により、オフィス情報保護、及び通信混線を防止する必要が生じている。そのため、建物およびその一部を電磁波シールド材で囲み、内外の電波を遮断することが通常行われている。しかし、反射により室内に蓄積された電磁波はかえって通信混線や電子機器の誤動作を引き起こす恐れがある。このために、電磁波吸収材が用いられる。

【0003】これまで、この電磁波吸収材としては比重の大きいフェライトを損失材料として用いるものや、あるいは1/4λ型と呼ばれる波長の1/4の厚みを持つものがよく知られているが、これらはそれぞれ重量や厚みの点で問題を有している。

【0004】これに対して、特開2000-036685号公報には、導電性ソリッド部同士が可及的に接近している電磁波吸収体が開示されている。この電磁波吸収体は、先のものに比べて軽くて薄いものであったが、その吸収能が電磁波の入射角によって異なり、特に吸収体に対して斜め方向からの電磁波を十分に吸収できないという問題点を有していた。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、従来の電磁波吸収材に比べ、軽くて薄いものであり、斜め方向からの電磁波をも十分に吸収できる電磁波吸収材を提供することにある。

## 【0006】

【発明の実施の形態】本発明の電磁波吸収体は、一の平

面上または互いに平行な複数の平面上に複数の導電性ループが規則的に配置された導電性ループパターン、中間層および導電性層からなる電磁波吸収体であって、電磁波吸収体の厚みが、吸収対象とする波長の0.027倍以上であることを特徴とするものである。

【0007】ここで先の導電性ループは、0.01～100Ω/□の抵抗値を有する導電性物質で構成されていてもよい。また、この導電性物質がアルミニウムまたはITOであってよい。さらに、この導電性ループパターンにおいて、隣接する導電性ループの外周部間の距離が2mm以上であり、先の導電性ループの形状を直方形とすることができる。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の電磁波吸収体は、一の平面上または互いに平行な複数の平面上に複数の導電性ループが規則的に配置された導電性ループパターン、中間層および導電性層からなる。ここで、電磁波吸収体の厚みが、吸収対象とする波長の0.027倍以上である。この値未満では、斜め方向からの電磁波を十分に吸収できない。ここで、「斜め方向からの電磁波の十分な吸収」とは、電磁波が垂直方向に入射する際に、目的周波数で最大吸収量となるように設計された吸収体において、TM45°入射で6dB以上の吸収を有することを意味する。

【0009】本発明では、上記のような構成を有する電磁波吸収体であって、電磁波吸収体の厚みが吸収対象とする波長の0.027倍以上であれば、斜め方向からの電磁波を十分に吸収できることを見いだした。

【0010】ループとは、一般には、始点と終点とが同一である閉じた曲線をいう。しかしながら、本発明で用いるループは、始点と終点とが同一で閉じられた線の任意の形状であり、曲線で構成されていても折れた直線で構成されていてもよい。例えば、線で構成された円形、楕円形、および多角形は本発明でいうループである。ここで言う多角形には、例えば、三角形、正方形及び長方形のような四角形、正六角形及び正八角形等が含まれる。ここで多角形の角部を丸めたり面取りしたものの多角形という用語の意味に含まれる。

【0011】上記導電性ループを後述するように規則的に配置するためには、導電性ループの形状は直方形であることが好ましい。また、対称性を考慮すると、正方形であることがさらに好ましい。

【0012】この導電性ループを構成する素材としては、導電性であるものであればよい。このようなものの例として、鉄、アルミニウム、銅、金、クロム、ニッケル、銀、タンタル、ITO、酸化錫化合物、酸化亜鉛化合物、ポリピロールおよびポリアニリン、銀ペースト、銅ペースト、ニッケルペーストおよびTCNQを挙げることができる。高い電磁波吸収能を有するためには、この素材が0.01～100Ω/□の抵抗値を有する導電

性物質であることが好ましい。この範囲外では、十分な吸収能が得られない恐れがある。このようなものとして、アルミニウム、銅、ITOを挙げることができる。

【0013】上記導電性ループ1個あたりの大きさは、吸収対象となる電磁波の周波数や導電性ループの外周部間の距離によって変化する。例えば、導電性ループの形状が正方形であり、吸収対象となる電磁波の周波数が1GHzである場合には、正方形の1辺は約5cmであり、9.3GHzである場合には、正方形の1辺は約3cmである。また、導電性ループを構成する線幅は均一であることが設計上好ましく、例えば、0.1~20mm、好ましくは0.3~5mmとすることができる。また厚さは、導体としての機能が害されない限り特に限定されないが、一般に、0.001~20 $\mu$ m、好ましくは0.1~0.01 $\mu$ m、更に好ましくは0.05~0.01 $\mu$ mである。厚さがこの範囲外では、製造が困難となる恐れがある。

【0014】上記導電性ループパターンは、一の平面上または互いに平行な複数の平面上に複数の導電性ループが規則的に配置されたものである。先に述べたように、電磁波吸収体の厚みが吸収対象とする波長の0.027倍以上であれば、隣接する導電性ループの外周部間の距離に関係なく、斜め方向からの電磁波を十分に吸収できる。しかし、この導電性ループの外周部間の距離を大きくすることにより、斜め方向からの電磁波をさらに高いレベルで吸収することが可能になる。例えば、導電性ループの外周部間の距離を2mm以上とすることで、45°で入射してくる電磁波を8dB以上吸収できる。さらに、この距離を4mm以上とすることで、45°で入射してくる電磁波を10dB以上吸収することができる。

【0015】平面を構成する材料としては、絶縁性材料であればよく、加工性に優れたものを用いることが好ましい。このようなものとして、PETなどの樹脂からなる絶縁性フィルムを挙げることができる。

【0016】導電性ループパターンは、この絶縁性材料上に積層された金属膜を選択的に除去することにより形成される。具体的には、まず、絶縁性材料上に導電性金属薄膜層を全面に形成し、この金属薄膜を例えば、リソグラフィ法などの適当な方法で選択的に除去してパターンを形成することができる。導電性金属薄膜層の形成は、例えば、導電性金属箔のラミネートや、金属薄膜の蒸着、スパッタリングまたは無電界メッキによるものが一般的である。また、金属薄膜層を有する樹脂フィルムは種々市販されており、これらを用いてもよい。

【0017】上記導電性ループパターンの形成は、一の平面上に複数の導電性ループが規則的に配置されている場合に適用される。一方、平行な複数の平面上に配置されている場合には、先の方法により導電性ループを規則的に設けた絶縁性フィルムを二枚重ねて形成することができる他、絶縁性フィルムの両面にそれぞれ導電性ループ

プを設けることにより形成することができる。

【0018】本発明の電磁波吸収体において、上記中間層は絶縁性材料である。この中間層に用いられる具体的なものとしては、プラスチックシートおよびその発泡製品、ガラス、無機または有機の多孔質材料などを挙げることができる。この他に電子機器のプラスチック製外壁、一般建材に用いられるボード類を利用してもよい。ここで誘電率の高い材料を用いることにより、中間層の厚みを薄くすることができる。

【0019】この中間層の厚みは、得られる電磁波吸収材が吸収する電磁波の波長および導電性ループの形状を考慮して設計することができる。本発明の電磁波吸収材の厚みは、吸収対象とする波長の0.027倍以上であるが、導電性ループパターンおよび導電性層の厚みは、この中間層に比べて無視できるので、実質的に中間層の厚みがこの条件を満たすことが必要である。中間層の厚みの上限は特に規定されるものではないが、本発明の目的が1/4 $\lambda$ 型の吸収材よりも薄いものを得ることにあるので、吸収対象とする波長の0.25倍未満であることが好ましい。具体的な厚みは、0.1~10mm、好ましくは0.1~4mmである。中間層の厚さが0.1mmを下回ると低周波の電磁波吸収能が低下する可能性があり、10mmを上回ると得られる電磁波吸収材がかさ高くなり、その取扱いが困難となる。

【0020】本発明の電磁波吸収体における上記導電性層は、電磁波を反射する能力のある層である。これには導電性材料の薄膜、または、これを基材上に設けたものが一般に用いられる。導電性材料の薄膜は基材上に箔ラミネート、蒸着、スパッタリング、コーティングなどの手段で設けることができる。この薄膜の厚さは特に限定されないが、一般に $1 \times 10^{-6} \sim 1$ mm、好ましくは $1 \times 10^{-5} \sim 2 \times 10^{-2}$ mmである。導電性材料としては、アルミ、銅、クロム等の金属類、ITO、酸化錫等の導電性金属酸化錫が挙げられる。

【0021】また、電磁波を反射する能力がある導電性材料のパターン又はこれを基材上に設けたものを導電性層として用いてもよい。その場合、導電性材料のパターンは電磁波を反射する必要があるため、任意の2点において導通し、最大隙間幅が対象とする電磁波の波長の1/10を下回ることが必要である。好ましい導電性材料のパターンは、導電性材料の格子又はメッシュである。

【0022】本発明で得られる電磁波吸収材が吸収する電磁波の波長を考慮すれば、格子の線間距離は100~2000 $\mu$ m、好ましくは100~1000 $\mu$ m、更に好ましくは100~500 $\mu$ mである。また、格子を構成する線幅は特に限定されないが、一般に4~500 $\mu$ m、好ましくは30~300 $\mu$ mである。この導電性材料のパターンは、先に述べた導電性ループパターンを形成する方法と同様にして絶縁性材料の上に形成することができる。なお、電磁波吸収体に透明性を付与したい場

合には、この中間層として、透明性のあるガラスやアクリル板を用いることが好ましい。

【0023】上述の導電性ループパターン、中間層および導電性層をそれぞれ接着などの手段で一体化することにより、本発明の電磁波吸収体を得ることができる。ここで導電性層として、シールドガラス、金属反射板、金属蒸着シールド材、金属メッキシールド材等の既存電波シールド材上に、上述の導電性ループパターンおよび中間層を接着することで、容易に電磁波吸収シールド構造体を形成することができる。例えば、中間層として適当な厚みのプラスチック発泡シート的一方の面に粘着剤を塗布して導電性ループパターンを貼り付け、もう一方の面に粘着剤を塗布した電磁波吸収粘着シートは、電子機器金属性筐体内面、建物のシールド材表面などに貼ることにより極めて簡単に電磁波吸収を実現できる。

【0024】本発明の電磁波吸収体が対称とする電磁波の周波数は、1～9.3GHzの間に設定することが好ましい。具体的には、通常、携帯電話や無線LAN等の通信システムに使用される周波数である、2.45GHz、5.2GHz、5.8GHzおよび9.3GHzとすることができる。この周波数は、導電性ループの形状および大きさ、導電性ループ間の距離、および中間層の厚さで調整することができる。

【0025】それぞれの最適値は実験を重ねることにより決定することができる。ここで上記導電性ループが正方形など、その静電容量を計算により求めることができる形状である場合には、厚さとともに、電磁波吸収能を近似的に計算することが可能であり、最適な導電性ループの大きさや配置および中間層の厚さを効率的に求めることができる。

【0026】本発明の電磁波吸収体は、不要電磁波を吸収する必要のある場所に種々の方法を用いて設置して用いることができる。

【0027】

【実施例】実施例1～3 5.8GHz用電磁波吸収体  
厚さ38μmのPETフィルム上に0.05μmのアル

ミニウム層を備えたアルミニウム蒸着膜を用いて、下記の表1に示す大きさの正方形および距離を有する導電性ループパターンを形成した。この導電性ループパターンとアルミニウム箔がラミネートされたPETフィルムとを、表1に示す厚みを有するアクリル板の両面に接着剤を用いてそれぞれ張り付け、5.8GHz用電磁波吸収体を得た。

【0028】比較例1および2

導電性ループパターンの大きさおよび距離を表1に示すように変更した以外は、実施例1および2と同様にして、比較用の5.8GHz用電磁波吸収体を得た。

【0029】実施例4～6 2.5GHz用電磁波吸収体

導電性ループパターンの大きさおよび距離を表1に示すように変更した以外は、実施例1～3と同様にして、2.5GHz用電磁波吸収体を得た。

【0030】比較例3および4

導電性ループパターンの大きさおよび距離を表1に示すように変更した以外は、実施例1および2と同様にして、比較用の2.5GHz用電磁波吸収体を得た。

【0031】電磁波吸収能の測定方法

電磁波が試料に対してTMが0°、15°、30°および45°で入射するように送信側ガイドホーンアンテナを設置した。受信側は、光学反射の方向に同一のガイドホーンアンテナを設置した。ネットワークアナライザー（ヒューレッド・パッカード社製「8510B」）をアンテナに接続し、フリースペースタイムドメイン法により、試料に反射して電送された電磁波のみを抽出してSパラメータ（S21）を測定した。次に試料を金属板上に設置し、同様にS21を測定して、最大吸収ピークを示す周波数において得られた反射減衰量を吸収量とした。各電磁波吸収材の電磁波吸収能測定結果を表2に示す。

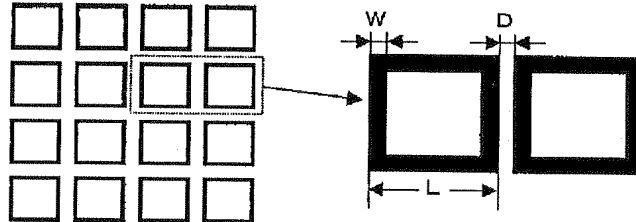
【0032】

【表1】

吸収対象電磁波周波数: 5.8GHz		実施例1	実施例2	実施例3	比較例1	比較例2
導電性 ループパターン	1辺の長さL(mm)	11.2	8.69	10.9	9.25	9.8
	線幅W(mm)	0.35	0.8	0.5	1.0	2.7
	距離D(mm)	14.6	0.8	2.0	0.9	0.1
中間層の厚み	実測値(mm)	5.0	1.4	2.0	1.3	0.8
	吸収対象電磁波波長比	0.097	0.027	0.039	0.025	0.015

吸収対象電磁波周波数: 2.5GHz		実施例4	実施例5	実施例6	比較例3	比較例4
導電性 ループパターン	1辺の長さL(mm)	22.1	26.9	23.8	26.8	27.8
	線幅W(mm)	0.3	7.5	0.65	9.1	12.7
	距離D(mm)	9.0	1.3	4.0	0.7	0.3
中間層の厚み	実測値(mm)	15.0	3.3	8.0	3.0	2.2
	吸収対象電磁波波長比	0.125	0.275	0.067	0.025	0.018



【0033】

【表2】

吸収対象電磁波周波数: 5.8GHz

		実施例1	実施例2	実施例3	比較例1	比較例2
吸収 量 (dB)	0°	33.9	33.1	31.5	37.6	35.0
	15°	28.1	25.2	24.5	23.0	16.8
	30°	18.5	11.7	13.9	10.8	6.7
	45°	12.2	6.0	8.1	5.5	2.8

吸収対象電磁波周波数: 2.5GHz

		実施例4	実施例5	実施例6	比較例3	比較例4
吸 収 量 (dB)	0°	31.8	29.9	34.5	30.9	32.7
	15°	33.6	26.7	28.3	24.6	17.4
	30°	21.3	11.9	17.1	10.8	7.6
	45°	13.7	6.1	10.8	5.3	3.4

【0034】

【発明の効果】本発明の電磁波吸収体は、従来の電磁波吸収材に比べ、軽くて薄いものであって、斜め方向からの電磁波をも十分に吸収できる。これは、電磁波吸収体の厚みが、吸収対象とする波長の0.027倍以上にすることにより可能となったものである。さらに、導電性ループの外周部間の距離を大きくしていくことで斜め方向からの電磁波吸収能を向上させることができる。